PAJ−30531/541-0
関連番号:IC-SP-06005 R0

IGBT/パワーMOS FET駆動用IC
（プリドライバIC）
アプリケーションノート

適用製品

・ ECN30531F
・ ECN30541F

株式会社　日立パワーデバイス

安全上のご注意とお願い

半導体デバイスの取り扱いを誤ると故障の原因となりますので、必ず使用する前にこの「アプリケーションノート」を熟読し、正しくご使用下さい。

⚠ 本資料のこの記号は注意を促す内容がある事を告げるものです。

⚠ **注意** この表示を無視して誤った取り扱いをすると、人が傷害を負う可能性が想定される内容および物的損害のみの発生が想定される内容を示しています。

⚠ 注意

(1) 半導体デバイスを用いる電子回路の設計に当たっては、使用上いかなる外部条件の変動においても、そのデバイスに指定された『絶対最大定格』を超えないようにしてください。
またパルス的用途の場合はさらに『安全動作領域(SOA)』の定格を超えないようにして下さい。

(2) 半導体デバイスは偶発的または予期せぬサージ電圧などにより故障する場合がありますので、故障しても拡大被害が出ないような冗長設計、誤動作防止設計など安全設計に十分ご注意ください。

(3) 極めて高い信頼性が要求される用途(原子力制御用、航空宇宙用、交通機器、ライフサポート関連の医療機器、燃焼制御機器、各種安全機器など)に使用される場合には、特に高信頼性が確保された半導体デバイスの使用および使用側でフエイルセイフなどを配慮した安全性確保をしてください。または当社営業窓口にご照会ください。

(半導体デバイスが故障すると、結果として半導体デバイスあるいは配線、配線パターンなどが発煙、発火、または半導体デバイスが破裂する場合があります。)

お願い

1. 本アプリケーションノートはパワー半導体デバイス(以下製品と呼ぶ)の仕様、特性図表、外形寸法図および使用上の注意事項について掲載した、部品選定のための資料です。
2. 本アプリケーションノートに掲載されてある製品の仕様、寸法などは特性向上のため予告なく変更する場合があります。ご注文の際は必要に応じ当社営業窓口にご連絡いただき、最新の仕様および使用上のご注意を記した仕様書またはカタログをご参照ください。
3. 本アプリケーションノートに記載された情報・製品や回路の使用に起因する損害または特許権その他権利の侵害に関しては、株式会社 日立パワーデバイスは一切その責任を負いません。
4. 最大絶対定格値を超えてご使用された場合の半導体デバイスの故障および二次的損害につきましては、弊社はその責任を負いません。
5. 本アプリケーションノートによって第三者または株式会社 日立パワーデバイスの特許権その他権利の実施権を許諾するものではありません。
6. 本アプリケーションノートの一部または全部を当社に無断で、転載または複製することを堅くお断りします。
7. 本アプリケーションノートに記載された製品(技術)を国際的平和および安全の維持の妨げとなる使用目的を有する者に再提供したり、またそのような目的に自ら使用したり第三者に使用させたりしないようお願いします。なお、輸出等される場合は外為法の定めるところに従い必要な手続きをおとりください。

来　歴　表

Rev.	年月日	頁	項目No.	変 更 内 容
0	2006.02.03	-	-	新規作成。

≪目次≫

ＥＣＮ３０５３１／３０５４１　アプリケーションノート

１．概要

ＥＣＮ３０５３１と３０５４１は、従来製品ＥＣＮ３０５３／３０５４の新バージョンです。

ＭＯＳ(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)，ＩＧＢＴ(Insulated Gate Bipolar Transistor)等を用いた三相ブリッジのゲート駆動用ＩＣであり、特にＡＣ２００～２３０Ｖ系の三相インダクションモータ、ＤＣブラシレスモータの可変速制御用に最適です。

ＥＣＮ３０５３１とＥＣＮ３０５４１の相違点は、
オペアンプの有無(３０５３１：有、３０５４１：無)とピン配置のみです。

図１にシステム構成の基本ブロックを示します。
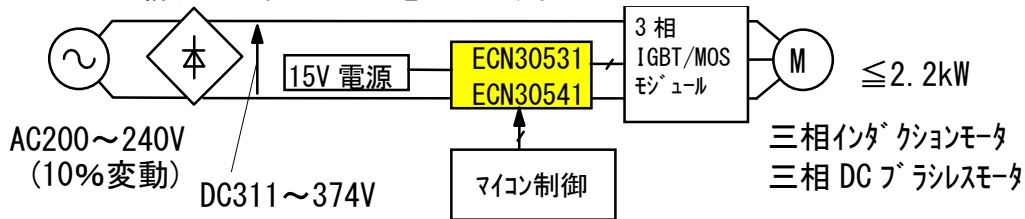
図１．三相モータ可変速システム構成

３０ＡクラスのＩＧＢＴまたは、ＭＯＳを駆動することができ、出力２．２ｋＷクラス迄の三相モータを可変速制御することができます。

三相インダクションモータの適用モータ出力は、一般的に下式で求められます。

$$\text{モーター出力} = \sqrt{3} \times V_S \times I_M \times \cos\phi \times \eta$$

V_S：直流電圧　I_M：モータ電流　$\cos\phi$：力率≈０．８　η：モータ効率≈０．８

２．端子機能および等価回路

２．１　ＳＵＴ，ＳＶＴ，ＳＷＴ，ＳＵＢ，ＳＶＢ，ＳＷＢ端子

・上アーム素子入力(添字Ｔで表示)３個、下アーム素子入力(添字Ｂで表示)３個の計６個の入力端子を持っています。SUB,SVB,SWBがそれぞれ下アーム素子のU,V,W相入力、SUT,SVT,SWTがそれぞれ上アーム素子のU,V,W相入力です。これら、入力端子と出力端子の対応を、表１に示します。

表１．入力端子と出力端子の対応表

アーム	Ｕ相	Ｖ相	Ｗ相
上アーム	ＳＵＴ：ＰＧＵ	ＳＶＴ：ＰＧＶ	ＳＷＴ：ＰＧＷ
下アーム	ＳＵＢ：ＮＧＵ	ＳＶＢ：ＮＧＶ	ＳＷＢ：ＮＧＷ

・６個の入力端子は、５ＶＣＭＯＳレベルで駆動できます。

・入力論理は、負論理となっており、入力電圧がローレベルのとき対応する外付け出力素子がオン駆動されます。外部出力素子は、ＩＧＢＴまたはＮチャンネルＭＯＳのように、エミッタまたはソースに対してゲートが正電位でオンとなる素子を使用して下さい。

・６個の入力端子は、ＩＣ内部でＶｃｃにプルアップ（TYP.２００ｋΩ）されています。ＥＣＮ３０５３１をマイコン直結で使用される場合、マイコン出力ポートの耐圧およびラッチアップ防止のため、６個の入力端子に図２のプルアップ抵抗ＲHが必要です。

ＲＨ＝３．９ｋΩ以下
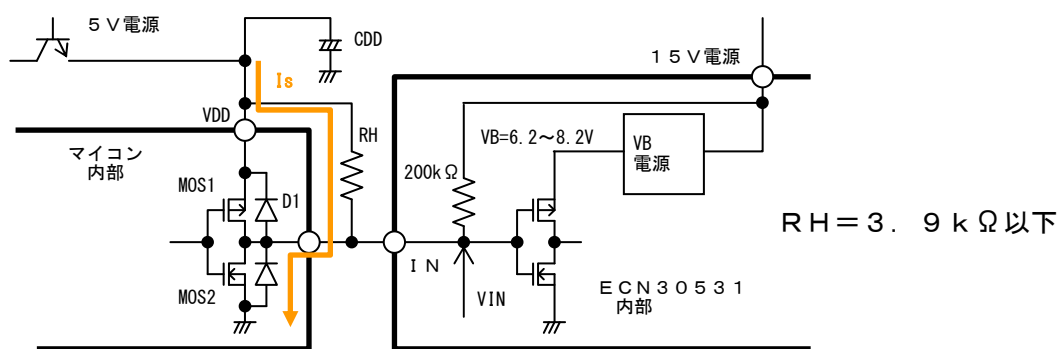
図２．マイコン直結の場合の入力端子プルアップ

・図２に示した入力端子プルアップの場合、マイコン出力電圧がＬのとき抵抗RHを通って電流が流れることになり、この電流がＩｓ＝１ｍＡ以上となります。これを避ける方法の一つに、RH抵抗の代わりに図３に示すような分圧抵抗器R1，R2の付加が考えられます。一例としてR2＝２２ｋΩ、R1＝１０ｋΩと選んだ場合、Ｉｓ＝０．６８ｍＡとなります。
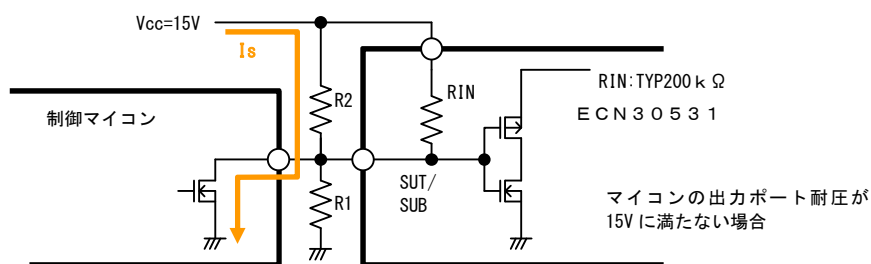
図３．マイコン直結の場合の入力端子分圧器抵抗付加

・デッドタイム

・図６に示すように各相の外部出力素子は、上アームと下アームがトーテムポール構成となっています。同相の上下アームが同時オンした場合、外部出力素子およびＩＣが破壊する恐れがあります。これを防止するため同時オンを禁止する回路が内蔵されています。（製品仕様書の真理値表を参照下さい。）ただし、この回路は入力論理ベースでのみ作用し、出力遅延時間まで含めたものではありません。従って、同相上アーム（下アーム）オフから同相下アーム（上アーム）オンへ出力制御を移行する場合、いかなる瞬時も同時オンのタイミングがないようデッドタイムを設定する必要があります。

・デッドタイムをＩＣ側で発生しませんので、入力信号側でデッドタイムを設けて下さい。デッドタイムは、ＩＣ内出力と外部出力素子のオン、オフ遅延時間の総和の２倍以上として下さい。（高温により遅延時間が増大する場合を除く。）

・レベルシフト回路

・上アーム制御回路は、【外部出力素子の出力電圧降下＋制御電圧Ｖｃｃ】のフローティング電圧で動作します。レベルシフト回路は、ＧＮＤレベルを基準とした入力信号をフローティング電位となる各相出力電圧を基準とした上アーム駆動信号に変換します。ＩＣ内部では、レベルシフト回路の消費電流を減らすために、上アーム入力信号のエッジトリガによるラッチ回路構成となっています。図４に上アーム駆動回路の構成を示します。
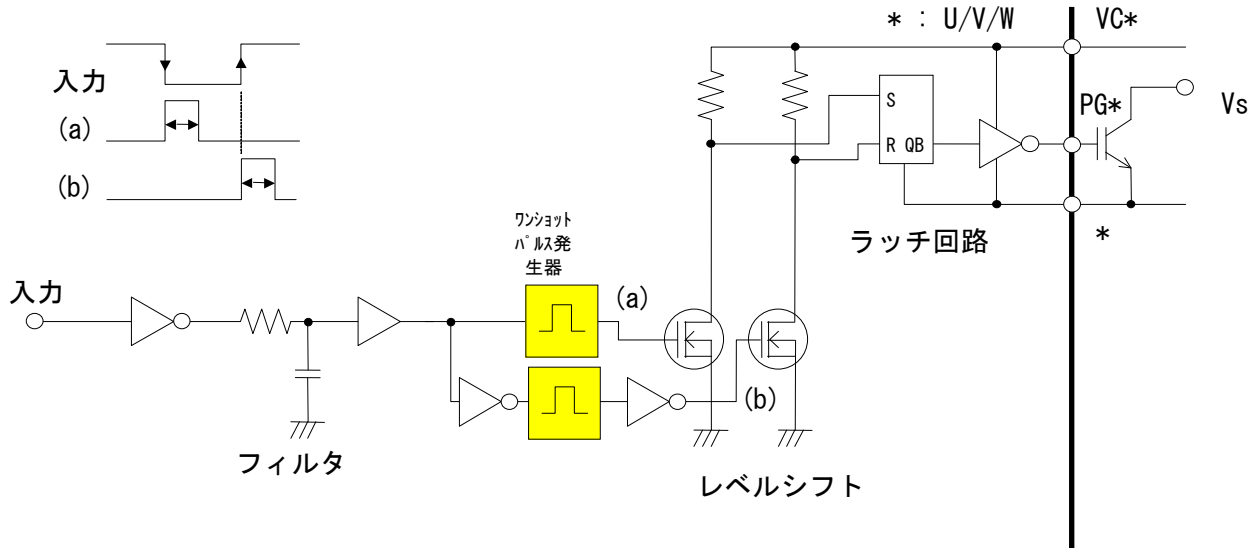
図４．上アーム駆動回路の構成

２．２　ＶＣＵ，ＶＣＶ，ＶＣＷ端子

上アーム駆動用電源端子です。

・上アーム不足電圧検出機能

ＶＣＵ−Ｕ，ＶＣＶ−Ｖ，ＶＣＷ−Ｗ間電位が上アーム不足電圧検出レベル（１０．５Ｖ　ｔｙｐ．）よりも低下すると、該当相の上アーム出力電圧を強制的にオフ制御とします。この場合、Ｆａｕｌｔ出力は影響を受けません。

本動作により上アームがオフすると、電源が回復しても自動復帰せず、オン信号が入力されていてもＩＧＢＴがオンすることはありません。これは、２．１項のレベルシフト回路で述べたラッチ機能によるものです。

上アームをオンする場合は、入力信号を一旦オフモード（Ｈレベル入力）として再びオン信号（Ｌレベル入力）を入力するとＩＧＢＴはオンします。

・上アーム制御回路の電源について

外付けＩＧＢＴは、一相当たり２個がトーテムポール構成に接続されます。ＩＧＢＴをオンにするためには、ゲート電圧をスレッシュホールド電圧VTH（約５Ｖ）より大きな電圧で駆動する必要があります。下アームのＩＧＢＴは、エミッタ側がグランド電位に固定されていますので、ゲートはＶｃｃ電圧で駆動します。一方上アームＩＧＢＴは、オンした場合エミッタ電位が高圧側電位Ｖｓ近くまで上昇しますので、そのゲートをＶｓより高い電圧で駆動する必要があります。この駆動法として、フローティング電源駆動とブートストラップ駆動があります。

(a) フローティング電源駆動

図５にフローティング電源駆動の場合の回路ブロックを示します。

図におけるＶｆｕ、Ｖｆｖ、Ｖｆｗの３個の電源がフローティング電源です。

(b) で述べるブートストラップ方式とは異なり、この方式では上アーム出力素子のデューティの制限はありません。
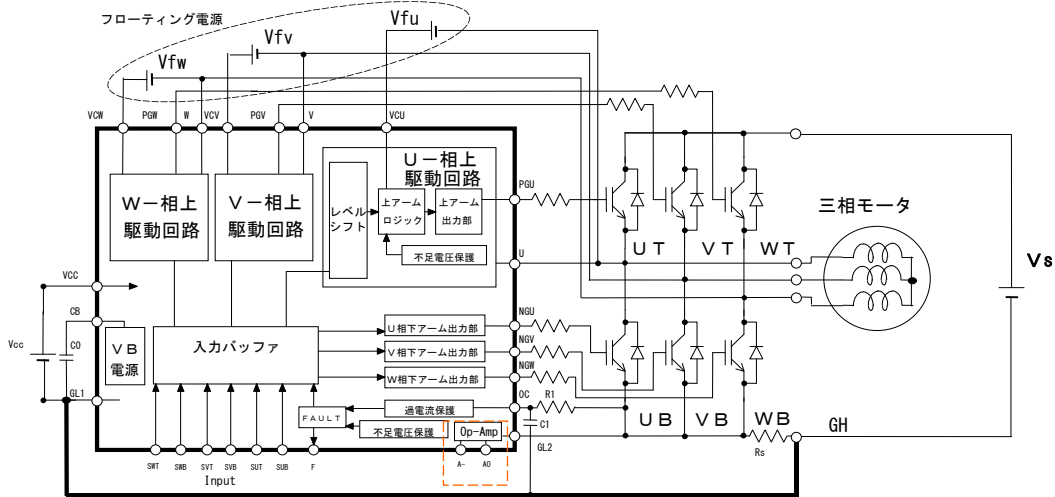
図５．フローティング電源駆動

(b) ブートストラップ電源駆動

図６にフローティング電源駆動の場合の回路ブロックを示します。

上アーム駆動電源として、外部コンデンサＣｂを使い、このコンデンサの一側端子をＩＧＢＴのエミッタにつなぎＶｓより高い電位を得るものです。

コンデンサＣｂへの充電は、制御電源Ｖｃｃを使って行います。
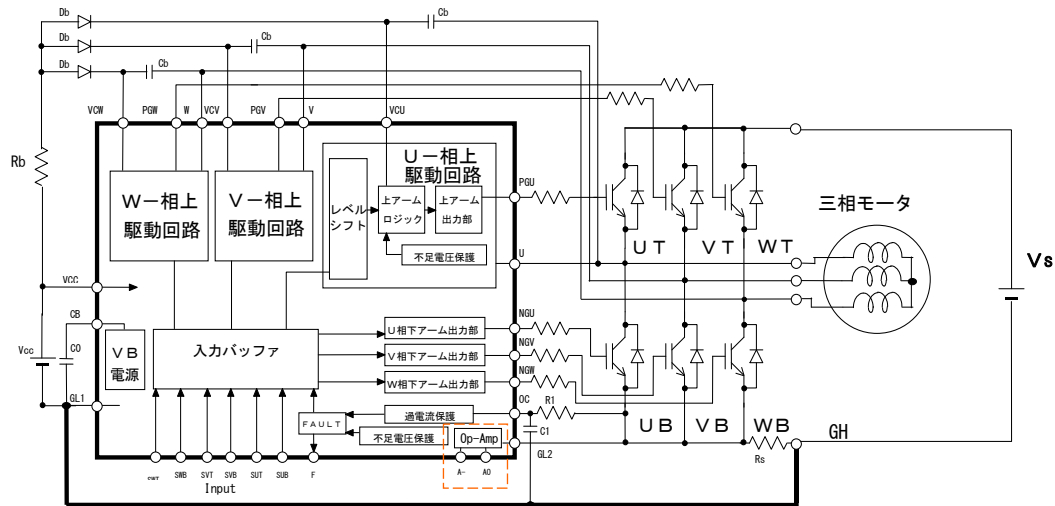
図６．ブートストラップ電源駆動

※　図５，６の［点線枠］はＥＣＮ３０５３１のみの機能

この動作原理につき以下に簡単に述べます。図７に概略回路を示します。
下アーム外部出力素子がオンした時に初めてＣｂに電荷が充電されます（経路①）。
このため、出力素子のオンデューティに制限があります。
本駆動法はコスト的にフローティング駆動より有利ですが、上アーム回路を駆動するために動作の初期にコンデンサの充電を行う必要があります。また、コンデンサＣｂの値により、上アーム出力素子のオン持続時間に影響がでます。特にＰＷＭのキャリア周波数が低い場合は、注意が必要です。（詳細は４．４項を参照下さい。）
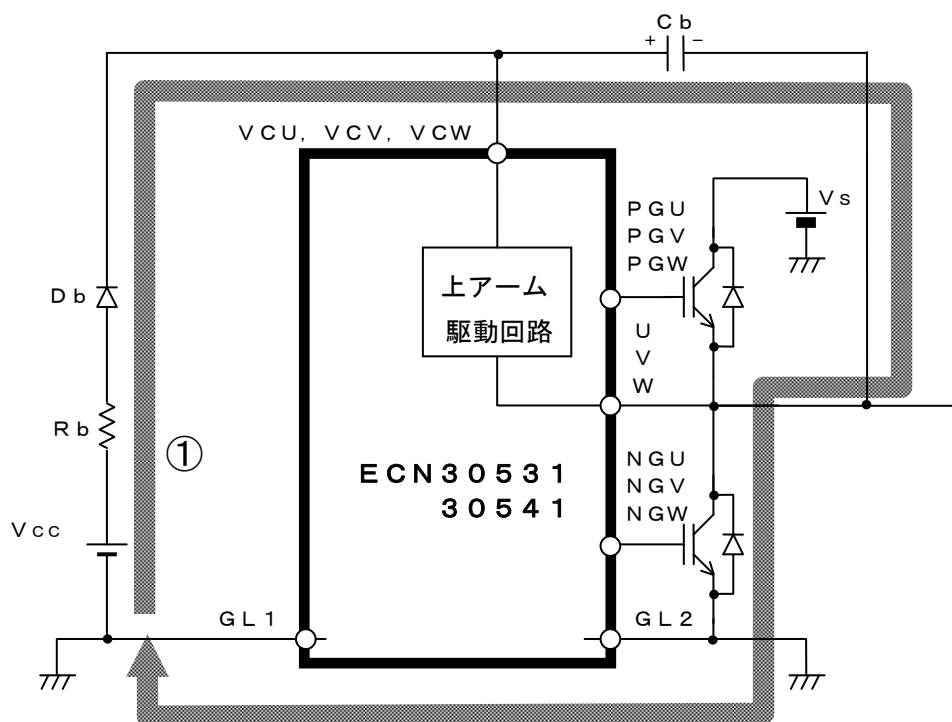
図７．ブートストラップ電源供給方法

２．３　Ｕ，Ｖ，Ｗ端子

三相ブリッジ回路の各相中点であり、モータの巻線に接続する端子です。

２．４　Ｆ端子

・Ｆａｕｌｔ出力端子です。Ｎ－ＭＯＳのオープンドレインとなっており、外部抵抗Ｒｆを経由して、Ｖｃｃ、ＣＢまたは５Ｖにプルアップして下さい（図８参照）。Ｒｆは、５．６ｋΩ±２０％として下さい。出力スイッチング等の影響によりＦａｕｌｔ出力信号にノイズが重畳される場合は、数百ｐＦを目安にＦ－ＧＬ１間にコンデンサを挿入して下さい。
・ホトカプラを接続する場合は、図９に示す様にＣＢ－Ｆ端子間に接続して下さい。端子出力電流は５ｍＡ（ｔｙｐ.）とし、約１ｋΩの制限抵抗Ｒｆｃを接続します。
・Ｆａｕｌｔ出力がＬレベルまたは、Ｈレベル（ハイインピーダンス）になる条件の内、下アーム不足電圧検出機能は２．５項ＶＣＣ端子、過電流検出機能は２．６項ＯＣ端子を参照して下さい。
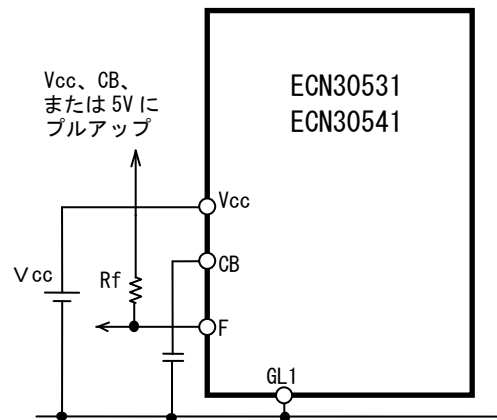
図８．Ｆａｕｌｔ出力端子プルアップ抵抗接続図
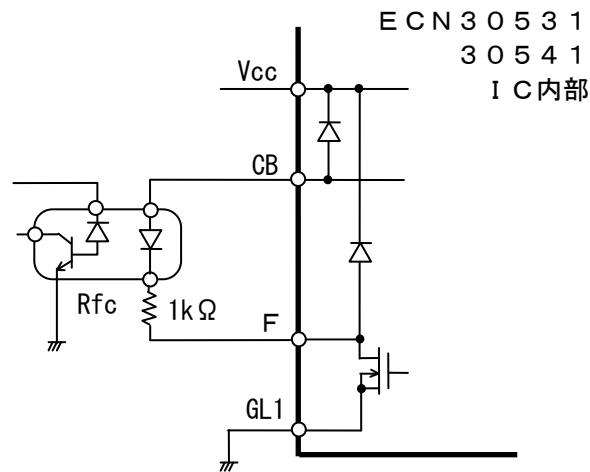
図９．Ｆａｕｌｔ端子にホトカプラを接続する場合

２．５　ＶＣＣ端子

・上アーム、下アーム駆動回路、レベルシフト回路等に用いられる高圧素子（ＩＧＢＴ，高圧ＣＭＯＳ）を駆動する電源端子です。また、内部ＶＢ電源を生成します。
・ＶＣＣの電源容量は、スタンバイ電流Ｉｓ１にＣＢ端子から取り出す電流を加算し、マージンを見て設定して下さい。
・ＶＣＣが下アーム不足電圧検出レベル（１０．５Ｖ　ｔｙｐ.）よりも低下すると全アームの出力電圧をオフ制御とし、同時にＦａｕｌｔ出力端子ロジックをＬにします。
・再びＶｃｃ電圧が下アーム不足電圧検出レベルを超えて上昇すると、Ｆａｕｌｔ出力端子は、Ｈレベル（ハイインピーダンス）に復帰します。

２．６　ＯＣ端子

・過電流検出信号入力端子です。ＯＣ端子電圧がＯＣ入力しきい値Voc（０．４９Ｖ TYP.）を越えると、全アームの出力電圧をオフ制御とし、同時にＦａｕｌｔ出力端子をＬとします。Ｆａｕｌｔ出力は、リセット動作を行うまでＬレベルに固定されます。
・リセット動作を行うと、Ｆａｕｌｔ出力はＨレベル（ハイインピーダンス）に復帰します。
・リセットは、６個の上下アーム入力端子を全てＨレベルとして下さい。なおＨレベルは、３０μｓの期間以上を入力して下さい。
・なお、Ｖｃｃ電源の再投入（下アーム不足電圧検出動作の実施）によってもリセット動作が可能です。
・制限電流値Ｉoc は、Ｉoc = Voc／Rs（Ａ）となります（Rs は、外付け抵抗）で求められます。ＯＣ端子内部には、約０．４μｓのフィルタを内蔵しています（図１０参照）。ただし、ノイズによって過電流検出機能が誤動作する場合は、R1, C1 による外部フィルタを追加して下さい。ただしフィルタ時定数Ｒ１，Ｃ１をあまり大きく選びますと、過電流検出信号の検出遅れが生じますから、ご注意下さい。
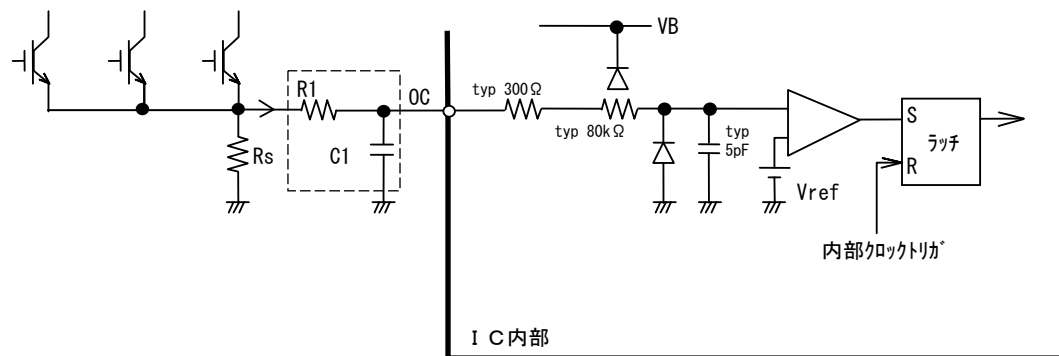
図１０．ＯＣ端子の等価回路

２．７　ＣＢ端子

・内部ＶＢ電源の出力端子です。ＶＢ電源で、入力バッファ、下アーム検出、Ｆａｕｌｔロジック等の回路を駆動します。この内部電源７．５Ｖ（ｔｙｐ.）はＶｃｃ電源より生成されます。
・ＣＢ端子には発振防止用コンデンサＣｏを接続して下さい。容量は０．２２μＦ±２０%を推奨します。
・ＣＢ端子に外部回路等を接続する場合、電源の安定化を目的としてコンデンサを追加する場合は、数μＦ程度にとどめて下さい。Ｃｏが大きいと電源シーケンス等の過渡時において、ＩＣ内部ＶＢ電源の動作に遅延が生じ、ＩＣ出力が誤動作する場合があります。やむを得ず大きなコンデンサを追加する場合は、ＶＢ電源が十分安定した後で入力を与えるようにして下さい。
・ＶＢ出力電流は、ＩＢ規格１５ｍＡを越えないようにして下さい。ＶＢ出力電流が大きいと、電源シーケンス等におけるＶＣＣの立ち上がり立ち下がりにおいて、ＶＣＣと内部ＶＢ電源に差が生じ、内部ロジック回路の誤動作が発生する場合があります。ＶＢ出力電流が大きくなる場合は、ＶＢ電源が十分安定している状態で入力をコントロールするようにして下さい。

２．８　ＰＧＵ，ＰＧＶ，ＰＧＷ，ＮＧＵ，ＮＧＶ，ＮＧＷ端子

・ＰＧＵ，ＰＧＶ，ＰＧＷ端子
三相ブリッジ回路上アーム素子のゲートを制御する出力端子です。
・ＮＧＵ，ＮＧＶ，ＮＧＷ端子
三相ブリッジ回路下アーム素子のゲートを制御する出力端子です。
外部出力素子は、本ＩＣにとって容量性負荷と見なせます。このため、ＩＣ出力回路としては、ソースとシンク動作が必要です。ＩＣ出力部（ＰＧＵ／Ｖ／Ｗ，ＮＧＵ／Ｖ／Ｗ）は、Ｃ−ＭＯＳ構成となっており上下アームとも
　　　　ソース電流　０．２５Ａ（ＴＹＰ.）
　　　　シンク電流　０．５０Ａ（ＴＹＰ.）
の能力があります。下アーム出力電圧振幅は、約Vcc に等しい値であり、上アーム出力電圧振幅は、【外部出力素子の出力電圧（Ｕ，Ｖ，Ｗ端子電圧）＋約Ｖｃｃ】となります。

２．９　Ａ−，ＡＯ端子（ＥＣＮ３０５３１のみ）

・電流センス電圧増幅用のオペアンプの端子で、ＥＣＮ３０５４１にはこれらの端子および機能はありません。
・オペアンプを使用する場合は、図１１の内部回路に従い、ゲイン抵抗を外付けして下さい。
オペアンプを使用しない場合、オペアンプ出力レベルを固定するために、Ａ−は、ＣＢに接続して下さい。この時、オペアンプ出力ＡＯは、約０Ｖに固定されます。
ただし、配線の引き回しの問題からＡ−をＣＢに接続できない場合は、ＡＯとＡ−を接続して下さい。この時、ＡＯはＧＬ２端子電圧とほぼ同電位となります。
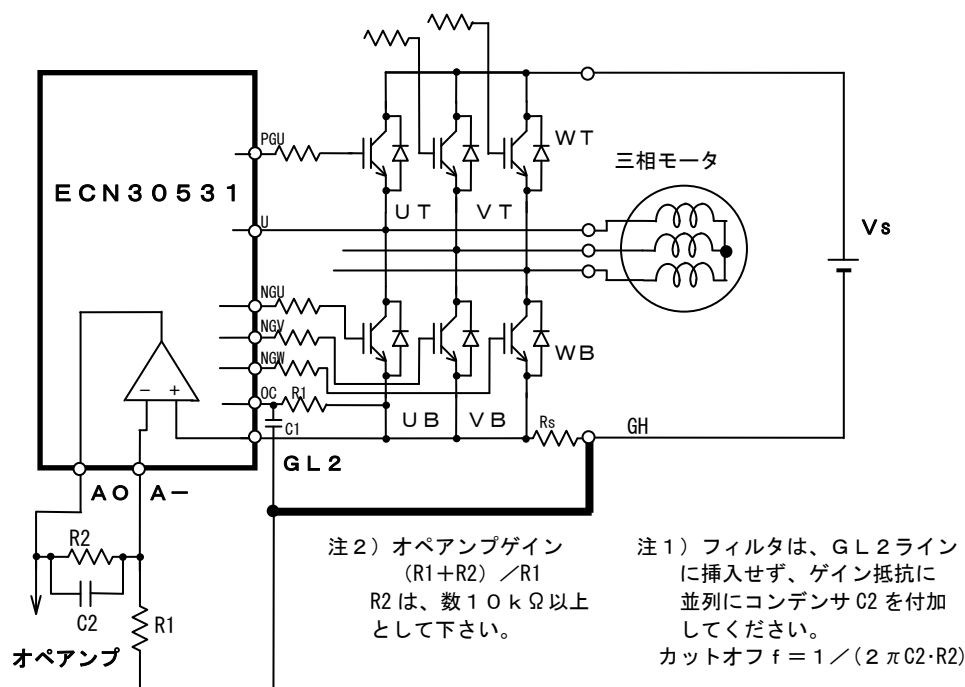
図１１．オペアンプを使用する場合の接続

３．消費電力と温度上昇

３．１　消費電力

本ＩＣの消費電力は、
1) ＩＣの負荷となる外付けＭＯＳ／ＩＧＢＴのゲート容量の充放電に要する出力回路の電力損
2) ＩＣ内部のレベルシフト等に要する電力損
3) ＩＣ内部の寄生容量の充放電に要する電力損
に大別されます。

制御電源電圧Ｖcc＝１５Ｖ、高圧駆動電源電圧Ｖs＝２８０Ｖ、駆動ＩＧＢＴの入力容量　Ｃ＝１０００ｐＦ（１５Ａ相当）の場合における、ＰＷＭ周波数による消費電力変化の計算値を図１２に示します。

３．２　温度上昇

図１２から、ＰＷＭ周波数ｆ＝１６kHzにおいて消費電力ＰDは約０．１７Ｗとなります。例えば、ＳＯＰ２８パッケージにおいて、基板実装状態における基板サイズを１２０×２１×１．６ｍｍ、配線密度３０％の場合、ＩＣの接合−周囲温度間の熱抵抗の参考値は、

Ｒja＝８４℃／Ｗ

です。温度上昇δＴは下式で求められます。

δＴ＝０．１７×８４＝１４．３℃となります。
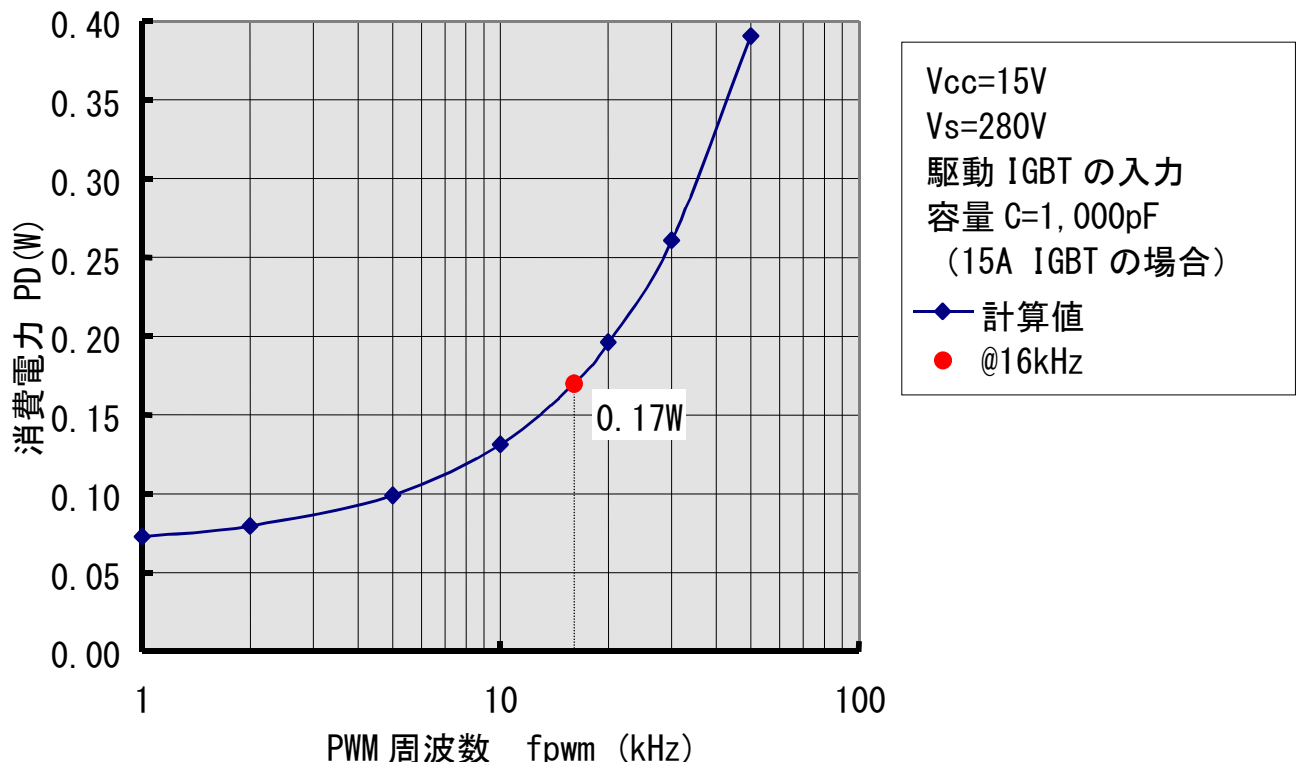
図１２．消費電力のＰＷＭ周波数依存性の計算例

４．使用上の注意事項

４．１　ブートストラップコンデンサ：Ｃｂ

・ブートストラップ用コンデンサ容量の最適値は、スイッチング周波数、出力素子のオンデューティ、外付け素子のＩＧＢＴまたは、ＭＯＳのゲート容量によって変化します。
上アーム出力素子のオン期間が長く続くと上アーム不足電圧保護が働くことがあります。下記４．４項の計算例を参照して下さい。
・Ｃｂは、上アーム制御回路の過電圧による破壊を防止するためにできるだけＩＣの近くに接続して下さい。

４．２　ブートストラップ電流抑制抵抗：Ｒｂ

ブートストラップ動作時のＣｂ初期充電電流（突入電流）を制限するために、Ｒｂは重要です。突入電流が大きいと以下の悪影響をもたらしますのでＲｂは必ず挿入して下さい。

1）ブートストラップダイオードＤｂのサージ電流破壊

ダイオードのサージ電流許容値以下となるようＲｂを設定して下さい。

2）過電流保護機能の誤動作

Ｃｂ突入電流は、下アーム外部出力素子を介して過電流検出用のシャント抵抗に流れます。この電流が過電流検出レベルよりも大きいとＩＣは過電流保護動作を起こします。
過電流検出レベル以下となるようＲｂを調整して下さい。

3）上アーム制御回路の過電圧破壊

突入電流が大きいと配線系のリアクタンス成分が影響し、外部出力素子のスイッチング時に過電圧を発生する場合があります。この過電圧が大きいとＩＣの破壊を招きます。
過電圧を発生させないよう突入電流を抑制するとともに４．１項に示すようにＣｂコンデンサの配置を工夫して下さい。

４．３　ブートストラップダイオード：Ｄｂ

ダイオードＤｂは、耐圧６００Ｖ以上で順方向電圧が十分小さく、逆回復時間ｔｒｒが１００ｎｓ以下のものを推奨します。順方向電圧が大きいと上アーム制御電圧が低下します。またｔｒｒが大きいと上アーム外部出力素子がオンした際にＤｂの逆回復電流ＩｒｒがＶｃｃ電源に流れ込み電源供給効率を低下させます。

４．４　ブートストラップコンデンサＣｂの選定目安と上アーム最大オン時間

・ブートストラップ動作しない状態では、上アーム制御電源は制御回路の漏れ電流と、上アーム外部出力素子のゲートチャージ電流により消費され電源電圧が次第に低下します。電源電圧が上アーム不足電圧検出レベルに達すると上アームはオフします。このオン持続時間を上アーム最大オン時間 tonmaxとします。従って、Ｃｂの容量値は上アームのオン時間を持続させるために重要な要素です。
・ブートストラップ充電がＧＬ２＝－１Ｖで起こり、ダイオードＤｂ順電圧Ｖｆ＝１Ｖと仮定します。この時、VCC＝１５Ｖとすると、Cbは１５Ｖに充電されています。ドライブするＩＧＢＴ／ＭＯＳのゲートを１５Ｖまで充電するのに必要な全ゲート電荷をＱ１クーロンとし、上アーム制御回路の漏れ電流を３０μＡとします。漏れ電流はＩＣの電気的特性、スタンバイ電流Ｉｓ２で表わされます。
Cb電圧が１５Ｖから、上アーム不足電圧検出レベル上限１２Ｖまで降下してくる時間が上アーム最大オン時間ｔonmaxとなります。以上から計算式は以下のように表わされます。

$$15 \cdot C_b - Q_1 - 30\mu A \cdot t_{onmax} = 12 \cdot C_b$$

Ｃｂは、システム上から要求される上アーム最大オン時間tonmaxとドライブするＩＧＢＴ／ＭＯＳの必要全ゲート電荷Ｑ１により選定して下さい。
下記に計算例を示します。

Ｃｂ （μF）	ｹﾞｰﾄ電荷Ｑ１ （μC）	上ｱｰﾑ最大ｵﾝ時間 tonmax(ms)	出力素子例 （ルネサステクノロジ型式）
1.0	0.036	99	500V/10A MOS (2SK1516)
1.0	0.085	97	600V/15A IGBT (2SH27)
3.3	0.085	327	600V/15A IGBT (2SH27)
5.6	0.085	557	600V/15A IGBT (2SH27)

一般的なＣｂの容量値として、３．３μＦを推奨しますが、ご評価の上決定して下さい。
なお、標準的なアプリケーションとして以下を推奨しています。
Ｄｂ：日立高速ダイオード　ＤＦＧ１Ｃ６（ガラスモールド）
またはＤＦＭ１Ｆ６（レジンモールド）
【６００Ｖ／１Ａ、Ｔｒｒ＝１００ｎｓ】
Ｃｂ：３．３μＦ±２０％【ストレス電圧１５Ｖ】
Ｒｂ：３．３Ω±２０％【２W以上】
なお、ＩＣ出力と外部出力素子の間に発振防止用にコンデンサを設ける場合（次項４．５のケース）は、このコンデンサの容量も考慮してください。

４．５　出力配線

本ＩＣの出力端子と外部のＩＧＢＴまたはＭＯＳＦＥＴを接続する配線は、極力短くして、配線インダクタンス成分を最小にして下さい。配線のインダクタンスＬｗと外部出力素子のゲート容量Ｃｇとで定まる周波数でＩＣの出力波形が振動します。この振動電圧が、ＩＣの最大定格（例えば、Ｕ相上アーム出力では、ＰＧＵ－Ｕ間電圧２０Ｖ，Ｕ相下アーム出力では、ＮＧＵ－ＧＬ１間　２０Ｖ）を越えるとＩＣが破壊することがあります。このため、図１３に示すようにＩＣ各相上下アーム出力端子のＩＣに近い位置に、
コンデンサＣＰ＝５６０ｐＦ　及び、
（配線長が３０ｃm程度の場合、配線長により加減する。セラミックコンデンサ使用）
ゲート直列抵抗Ｒｇ≈１００Ω
（２０ＡクラスＩＧＢＴの場合、外付け素子の電流容量が小さい程増加する。）
を接続して下さい。

CP：５６０ｐＦ
（セラミックコンデンサ）
但し、配線長３０ｃｍ
の場合
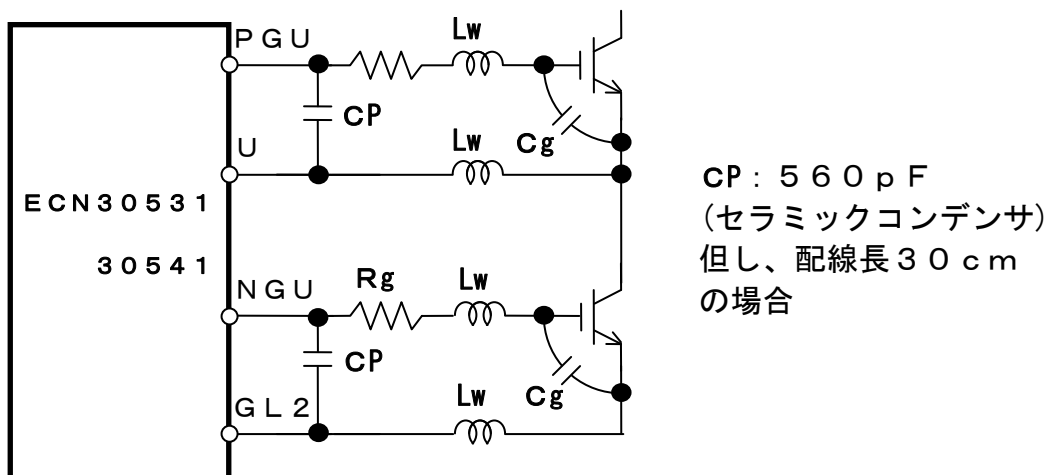
図１３．振動防止用コンデンサＣＰの付加（Ｕ相のみ表示）

４．６　入力端子のノイズに対する注意

６個の入力端子は、入力インピーダンスが大きいため外部出力素子のスイッチング動作時のｄｖ／ｄｔノイズを受けやすくなっています。このため、プリント基板の設計においては、特に、外部出力素子のスイッチングノイズが、６個の入力端子に回り込まない様に注意して下さい。ノイズが入力されるとＩＣの誤動作、過熱、及び過電圧の発生等によりＩＣが破壊する場合があります。

特に、バラック配線等で評価する場合、図１４のフィルタを６個の入力端子に挿入するとノイズに対して効果的です。この場合、入力パルスの遅延が生じますので外部出力素子の上下アーム短絡が起こらないか確認して下さい。上下アーム短絡時の電流は大電流となるため、グランドラインが振動しＩＣへの過電圧印加を招く場合があります。
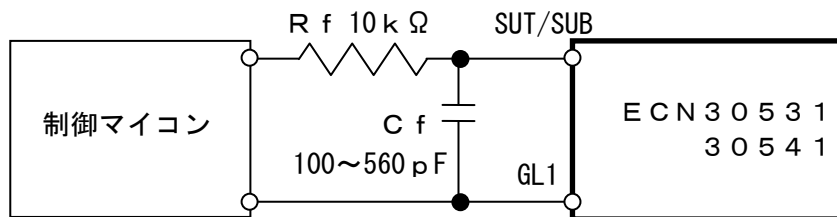
図１４．入力フィルタの挿入

４．７　下アーム入力の初期設定

上アーム電源供給にブートストラップ方式を採用する場合、上アーム制御回路はブートストラップコンデンサＣｂが、約１１Ｖ以上に充電されないと上アーム出力素子はオンしません。電源投入時、コンデンサＣｂは下アームがオンしないと初期充電が行われず電源電圧は零と考えられます。Ｃｂの充電は、該当する相の下アームをオンにすることにより行われます。

初期設定時の下アームオン時間は、図７（経路①）の充電回路のインピーダンスとＲｂ･Ｃｂ値により選定します。一般的には、電源投入後初期設定として、Ｔ＝Rb・Cbの３倍以上の下アームオンパルス幅を入力するか、Ｔ＝Rb・Cbの下アームオンパルスを３発以上入力することを推奨します。

４．８　外部出力素子の大容量化

ＩＣの出力端子に外部ＣＭＯＳバッファを接続することにより、外部出力素子の大容量化が理論的に可能です。

ただしこの場合、外部出力素子を高速で大電流スイッチングするために、はね上がり電圧や振動が生じやすく、ＩＣの誤動作や素子の破壊をまねく可能性が高くなります。これらの増大するノイズや過電圧等を未然に防ぐために、プリント基板設計がより重要なウェイト占めてくるものと考えます。従って、外部出力素子の大容量化にあたっては、ノイズ、過電圧発生等の抑制を充分評価した上でご使用くださるようお願いいたします。

４．９　ロジックグランドとパワーグランドの分離

図５，６に示すブロック図において、ＶS電源はモータ制御によって高電圧かつ大電流が発生し、ＶS電源系ＧＮＤ配線（パワーグランド）に電流が流れます。

この電流が制御電源ＶｃｃのＧＮＤ配線（ロジックグランド）に流れると、共通インピーダンス効果によりＶｃｃ電源電圧に影響を及ぼします。よってＶｓ電源系の電流をロジックグランド側に流れないようにする必要があります。このためには、ロジックグランドとパワー

グランドを分離するようにプリント基板上の配線を考慮してください。双方の配線は、プリント基板上で分離して配線し、電源の近くで共通化（図５，６　１番下のＧＬ１とＧＨを結ぶ太い線で示す）すると理想的です。

４．１０　ＶＣＣ－ＧＬ１間の過電圧破壊防止

ＶＣＣ端子は、出力電流を供給する端子です。よって、ＶＣＣ端子には出力がオンするたびに出力電流相当の数百ｍＡピークのパルス電流が流れています。ＶＣＣ配線に配線インダクタンスがあると、パルス電流によって $L\frac{di}{dt}$ のノイズがＩＣのＶＣＣ端子に発生します。このノイズが、ＶＣＣの最大定格を越えるとＩＣが破壊する場合があります。このため、配線のインダクタンス成分を低減するために、配線を太くするなどの工夫をして下さい。また、ＶＣＣ端子にできるだけ近い位置にコンデンサ等を接続して下さい。電解コンデンサとともに並列に数百～数千ｐＦ程度のセラミックコンデンサ（いわゆるパスコン）を備えると効果的です。電解コンデンサの容量値はブートストラップコンデンサＣｂの１０倍以上を目安として下さい。
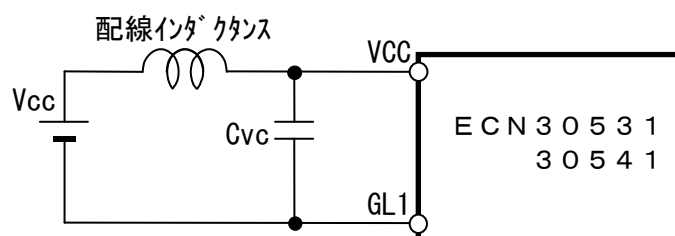
図１５．Vcc電源コンデンサの付加

４．１１　Ｒｓシャント抵抗について

・過電流保護動作レベルを決定するシャント抵抗Ｒｓおよびその配線系において、できるだけインダクタンス成分を生じないようにして下さい。（図１６参照）
・過電流保護動作時において、このインダクタンス成分（Ｌｓ）と電流のｄｉ／ｄｔからシャント抵抗Ｒｓにマイナスサージ電圧が発生する場合があります。この電圧は、ＩＣのＧＬ２－ＧＬ１端子間および、下アーム出力ＮＧＵ，ＮＧＶ，ＮＧW端子（ＭＯＳ／ＩＧＢＴのゲート容量結合を介して）にマイナスのストレス（Ｖａ）が印加され、最悪ＩＣが破壊する恐れがあります。このマイナスサージ電圧は、ＧＬ１端子基準としてＧＬ２，ＮＧＵ，ＮＧＶ，ＮＧWの各端子間において、－５Ｖを越えないようにして下さい。
・サージ電圧の抑制には、下記方法が効果的です。
　①シャント抵抗Ｒｓの配線を極力短くする。
　②無誘導型のシャント抵抗を使用する。
　③シャント抵抗と逆並列接続にダイオードＤｓを付加し、サージ電圧をクランプする。この場合、ダイオードの接続箇所および容量の選択により効果が異なりますのでご注意下さい。
　ダイオードはファーストリカバリーダイオードを推奨します。定格はモータ電流に応じて選択して下さい。
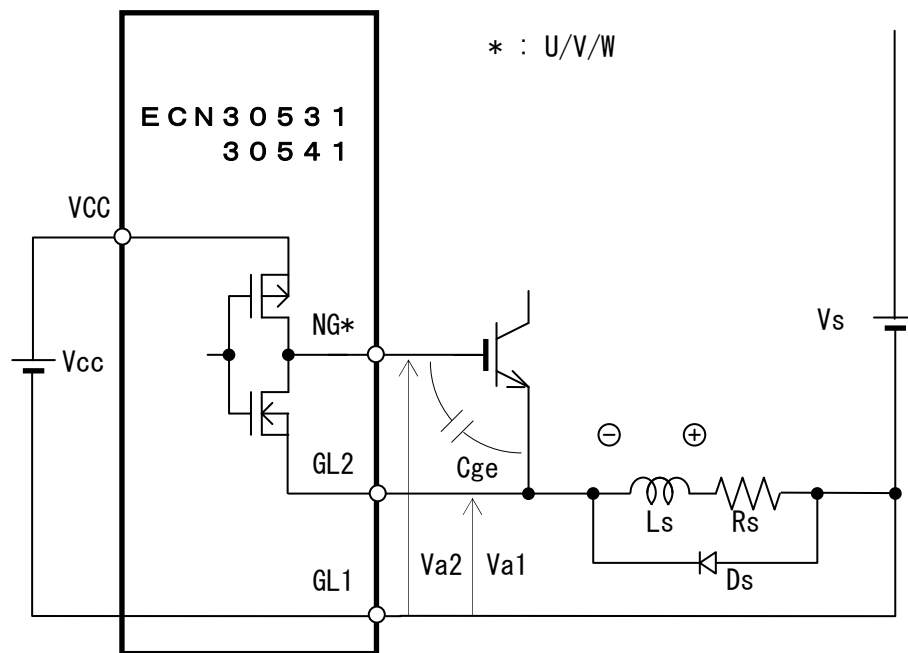
図１６．シャント抵抗における過電圧の発生

４．１２　ＮＣ端子配線についての注意

すべてのＮＣ端子は、ＩＣ内部（チップ）の接続のために使用していません。そのため絶縁耐圧は６００Ｖを越えます。しかし、本ＩＣの動作特性上、寄生容量の一部を構成しています。ピン間の容量値は数十ｐＦ程度です。このため、プリント基板設計においてＮＣピンに配線を接続される場合は、本寄生容量を考慮して設計してください。

４．１３　ピン間絶縁について

・下記ピン間には高電圧が印加されます。
　ＥＣＮ３０５３１：１７−１９，２１−２２，２４−２６
　ＥＣＮ３０５４１：１６−１８，２０−２２，２４−２６
・ＩＣのピンにコーティング処理又はモールドを施すことを推奨いたします。コーティング樹脂は多種多様で、基板の大きさ、厚さなどの形状、その他部品からの影響などが、半導体デバイスにどのような熱的、機械的ストレスが加えられるか不明な点があります。コーティング樹脂の選択に当たっては、基板メーカとご相談の上使用頂くようお願いいたします。

４．１４　その他

その他の内容につきましては、必ず最新版の「高耐圧ＩＣ取扱説明書」を参照してください。